



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

EFFEKTEN AV JORDKONDITIONERINGSMEDLET AMMONIUM-LAURET-SULFAT PÅ DEN HYDRAULISKA KONDUKTIVITETEN I VATTENMÄTTAT TILLSTÅND I TVÅ SVENSKA LERJORDAR

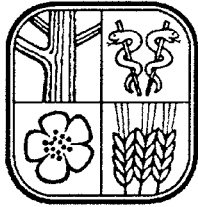
Ingrid Karlsson

**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Avdelningsmeddelande 89:10
Uppsala 1989**

ISSN 0282-6569

ISBN 91-576-3954-X



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

**EFFEKTEN AV JORDKONDITIONERINGSMEDLET
AMMONIUM-LAURET-SULFAT PÅ DEN HYDRAULISKA
KONDUKTIVITETEN I VATTENMÄTTAT TILLSTÅND I
TVÅ SVENSKA LERJORDAR**

Ingrid Karlsson

**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Avdelningsmeddelande 89:10
Uppsala 1989**

ISSN 0282-6569

ISBN 91-576-3954-X

Tryck: SLU/Repro, Uppsala 1989

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sida
Inledning	3
Undersökningens syfte	3
Material och metoder	3
Resultat och diskussion	5
Sammanfattning	8
Summary (in English)	9
Litteratur	10
Appendix 1. Analysvärden	11

INLEDNING

Jordkonditioneringsmedlet "Pene-Turf" är en ammonium-lauret-sulfat-lösning som i flera år använts, bl a i USA. Enligt uppgifter från amerikanska återförsäljare av medlet skall det förbättra strukturen, öka infiltrations- och genomsläpplighetsegenskaper, samt öka andelen växttillgängligt vatten i jorden. Medlet uppges vara relativt snabbverkande och ha ganska varaktig effekt (minst ett år).

Den nedan rapporterade undersökningen har utförts på det markfysikaliska laboratoriet vid Avd. för lantbrukets hydroteknik, Institutionen för markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet. Arbetet har bekostats av firma Bertil Liljeholm AB, Malmö.

UNDERSÖKNINGENS SYFTE

Syftet med undersökningen var att med en laboratorieundersökning pröva om användningen av jordkonditioneringsmedlet Pene-Turf kan förbättra jordars genomsläpplighet. Undersökningsmetoden ger inga möjligheter att besvara frågan om hur länge en eventuell effekt kan kvarstå.

MATERIAL OCH METODER

Bestämning av genomsläpplighet i vattenfylld jord bör utföras på ostörda prover. Eftersom det i allmänhet är lerjordar som uppvisar genomsläpplighetsproblem, valdes två relativt typiska mellansvenska leror ut. Jord hämtades dels från gården Säby, en del av Ultuna egendom söder om Uppsala stad, dels från Limsta norr om Västerås i Västmanlands län. Jordarten vid Säby är en måttligt mullhaltig moig lättlera (matjord) och moig lättlera (alv). Vid Limsta är jordarten en måttligt mullhaltig mycket styv lera (matjord) och mycket styv lera (alv). Lättleran har vanligen inga problem med genomsläppligheten, medan den mycket styva leran ofta har sådana problem.

Vid båda platserna togs cylinderprov (100 mm höga och 72 mm diam.) från plogsulan (25-35 cm djup). Detta skikt i marken är på jordbruksjordar den mest begränsade horisonten vad gäller genomsläpplighetsegenskaper. I Säby togs 20 st cylindrar från en ca 1 m² stor yta. I Limsta togs 40 st cylindrar från en ca 2 m² stor yta. Provtagningen utfördes med en nedslagningsapparat som speciellt konstruerats för att cylinderproverna i största möjliga mån skulle bibehållas ostörda.

På en mycket styv lera som den i Limsta är provtagning mycket besvärlig eftersom jorden håller hög vattenhalt. Svåra väderleksförhållanden hösten före provtagningen hade på denna plats troligen orsakat en särskilt stor ojämnheter vid skördearbete och plöjning. Dessutom är packning av jorden vid nedslagningen av cylindern mycket svår att undvika när jorden är nära vattenmättnad, vilket medför en onormalt stor spridning i resultaten från analyserna av jordens skrymdensitet (spridningen är ungefär dubbelt så stor mot vad den normalt är i prover från Limsta). Å andra sidan måste provtagningen ske vid så hög vattenhalt som möjligt, eftersom man då minimerar risken för svällning av jorden i cylindrarna.

På laboratoriet vattenmättades cylinderproverna underifrån, vilket tog ca 3 veckor för Säby-jorden och ca 2 månader för Limsta-jorden. Proverna fördelades slumpmässigt (med hjälp av en slumpstalstabell) i två grupper. På den ena gruppen av prover tillfördes $2,54 \times 10^{-4}$ ml Pene-Turf per cylinder, vilket motsvarar den rekommenderade givan av $0,5 \text{ l}/8000 \text{ m}^2$. Jordkonditioneringsmedlet var vid appliceringen utspädd med vanligt vattenledningsvatten till proportionen 1:160. Tillförseln skedde ovanifrån med en pipett. Efter tillförseln stod cylinderproverna under ca 3 dygn under ett vattenförande tryck av 0,05 cm för att tillsatsen skulle sjunka in i provet. Därefter vattenmättades provet åter underifrån, varpå det överfördes till apparaturen för genomsläpplighetsmätning.

Analysen av hydraulisk konduktivitet (genomsläpplighet) utfördes i en apparatur för mätning vid konstant tryckhöjd (10 cm). Vid beräkning av konduktivitet används Darcy's lag:

$$k = \frac{l}{A} \times \frac{l}{h} \times \frac{Q}{t}$$

där k = hydraulisk konduktivitet vid vattenmättnad

A = provproppens area

l = vattnets väg genom provet (=provproppens höjd)

h = förlusthöjd

Q = genomrunnen vattenvolym

t = tid

Apparaturen är utformad så, att ovanstående formel kan förenklas till

$$k = 0,02456 \times \frac{Q}{t}$$

Mätningen av genomrunnen vattenmängd sker efter 1 timmes genomrinning (k_1) och efter 24 timmars genomrinning (k_2). Temperaturen hålls under analysen på $+ 20^\circ\text{C}$. För en utförligare beskrivning av metodiken hänvisas till Andersson (1953a,b,c,d).

Analysresultaten från mätningarna av vattenmättad konduktivitet transformerades till naturliga logaritmer. Denna transformering utfördes, eftersom den vattenmättade konduktiviteten är log-normalt fördelad (Nielsen m fl, 1973; Sklash, odaterad).

Efter analysen av genomsläpplighet torkades jordproverna i 105°C , varpå de vägdes. En analys av kompaktdensitet för de båda jordarna gjordes, och porositet och skrymdensitetsvärden beräknades. För jorden från Limsta utfördes också en mätning av jordens krympning, eftersom jordens höga lerhalt medförde mycket stor krympning. Mätning av provproppens höjd och längd gjordes i de flesta fall på fyra ställen på jordprovet efter det att jorden torkats vid 105° . Krympningen beräknades i % av jordvolymen vid vattenmättnad.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Medelvärden och standardavvikelser (s) för analysvärden

1. Säby

Porositet och skrymdensitet (medeltal av 10 obehandlade prov, resp. 9 behandlade prov) och kompaktdensitet (medeltal av 2 prov/behandling):

	Porositet (vol%)		Skrymdensitet (g/cm ³)		Kompaktdensitet (g/cm ³)	
	obehandl.	behandl.	obehandl.	behandl.	obehandl.	behandl.
\bar{X} =	45,2	45,4	1,44	1,43	2,62	2,62
s =	0,686	1,179	0,020	0,029		

Vattnets konduktivitet vid vattenmättnad (medeltal av 10 obehandlade prov, resp. 9 behandlade prov):

	k_1 (efter 1 tim, cm/tim)		k_2 (efter 24 tim, cm/tim)	
	obehandl.	behandl.	obehandl.	behandl.
medeltal	0,18	0,96	0,56	0,82
medeltal x (log-transf.)	0,16	0,47	0,38	0,54
s(log-transf.)	0,199	0,659	0,482	0,554

2. Limsta

Porositet och skrymdensitet (medeltal av 20 prov/behandling) och kompakt-densitet (medeltal av 5 prov/behandling):

	Porositet (vol%)		Skrymdensitet (g/cm ³)		Kompaktdensitet (g/cm ³)	
	obehandl.	behandl.	obehandl.	behandl.	obehandl.	behandl.
$\bar{X} =$	46,4	46,4	1,46	1,46	2,73	2,73
$s =$	2,12	1,82	0,058	0,051		

Krympning (medeltal av 16 obehandlade prov, resp. 20 behandlade prov, vol%):

	obehandlat	behandlat
$\bar{X} =$	14,24	15,37
$s =$	1,81	2,75

Vattnets konduktivitet vid vattenmättnad (medeltal; 20 prov/behandling):

	k_1 (efter 1 tim, cm/tim)		k_2 (efter 24 tim, cm/tim)	
	obehandl.	behandl.	obehandl.	behandl.
medeltal	0,000	0,091	0,000	0,090
median x (log-transf.)	0,000	0,071	0,000	0,062
$s(\log\text{-transf.})$	0,000	0,174	0,000	0,205

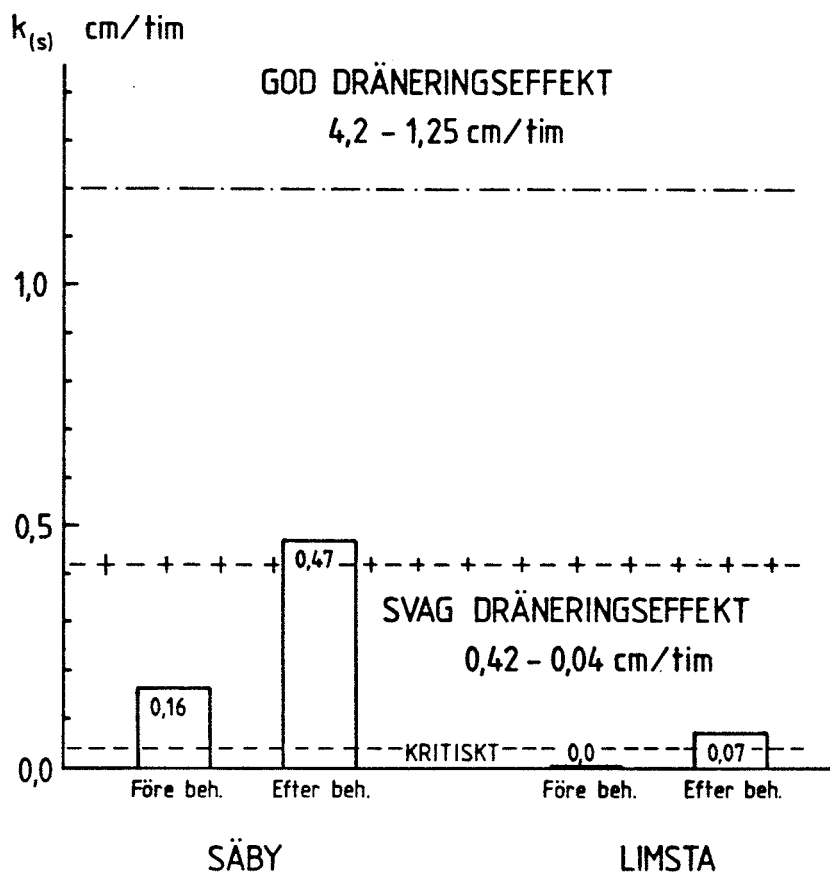


Fig.1. Medianvärden för $k(s)$ efter 1 tim genomrinning på två jordar före och efter behandling med ammonium-lauret-sulfat. Klassning av vattengenomsläpplighet enligt Thomasson (1975).

Beräkning av skillnader mellan behandlingarna

För den statistiska behandlingen av materialet användes först en s k F-test för att se, om variansen för de två behandlingarna överensstämde (Bailey, 1981 s. 50). Signifikansnivån var 5 %.

$$F = \frac{s(b)^2}{s(o)^2}$$

där $s(b)^2$ = varians för behandlat led
 $s(o)^2$ = varians för obehandlat led

Testet visade, att för de markfysikaliska egenskaperna porositet och skrymdensitet är varianserna lika. Analys av krympningsmätningarna på Limsta-jorden visade däremot en signifikant skillnad i varians mellan behandlingarna. För genomsläpplighetsanalyserna visade F-testet endast att varianserna är lika för k_2 på Säby. För de övriga konduktivitetmätningarna kan testet inte visa att varianserna överensstämmer.

För att testa skillnaderna mellan behandlingarna genomfördes s k t-test (Bailey, 1981, s. 50 ff). Signifikansnivån bestämdes till 5 %.

Egenskaperna porositet och skrymdensitet uppvisar en mycket liten (ej signifikant) skillnad mellan de olika behandlingarna (se appendix, tabell 1 och 4). Även test av krympningsmätningarna, som utfördes på prover från Limsta, visade att det inte fanns några signifikanta skillnader.

Vad gäller den vattenmättade konduktiviteten (genomsläpplighetsegenskaper), genomfördes en en-vägs variansanalys (t-test) (Bailey, 1981, s. 50-51; Sklash, odaterad) för att testa om det förelåg signifikant skillnad mellan behandlade och obehandlade prover. Testet gjordes efter det att analysresultaten transformerats till naturliga logaritmer.

Det undersökta jordkonditioneringsmedlet har för båda jordarna gett en tydlig tendens till ökning av genomsläpplighetsegenskaperna.

Den statistiska analysen visar, att en signifikant skillnad mellan behandlingarna vid 5 % signifikansnivå kan påvisas för den vattenmättade konduktiviteten efter 1 timmas genomrinning (k_1) i provpropparna från Limsta. För de övriga analyserna av vattenmättad konduktivitet (k_1 och k_2 vid Säby samt k_2 vid Limsta) kunde ingen signifikant skillnad påvisas.

Den ökning i genomsläpplighet som skett på proven från Limsta är förhållandevis liten. Värdet på medianen, som vid en log-normal fördelning är en god skattning av den genomsnittliga genomsläppligheten, var för obehandlat led 0,000 (k_1) resp. 0,000 (k_2) cm/tim. För behandlade prover var medianvärdena 0,071 (k_1) resp. 0,062 (k_2) cm/tim. Trots att det för k_1 påvisats en signifikant skillnad mellan behandlingarna, är ökningen i genomsläpplighet så liten att den måste anses som otillfredsställande. Med en genomsläpplighet på 0,071 cm/tim tar det ca 28 timmar innan ett nederbördstillskott av 20 mm sjunkit ner förbi plogsulan.

Denna undersökning bör kompletteras med liknande undersökningar på flera olika jordtyper, samt med undersökningar under fältmässiga förhållanden. Det senare är särskilt viktigt för att undersöka de långsiktiga effekterna av medlet.

Det vore också lämpligt att undersöka vilka effekter medlet har för mikroflora och -fauna i marken.

SAMMANFATTNING

Undersökningen har omfattat analys av porositet, skrymdensitet, kompaktensitet och konduktivitet (genomsläpplighet för vatten i vattenmättat tillstånd) av obehandlade och behandlade ostörda cylinderprover. De undersökta jordarna var dels en moig lättlera, dels en mycket styv lera. Behandlingen bestod i tillförsel av ett jordkonditioneringsmedel, bestående av en i vatten utspädd ammonium-lauret-sulfatlösning.

Resultaten visar att porositet och skrymdensitet i stort sett inte påverkas av jordkonditioneringsmedlet. När det gäller vattengenomsläppligheten, har däremot medlet för båda jordtyperna visat en tendens till ökning. I ett fall kunde en signifikant ökning av genomsläppligheten konstateras på de behandlade cylinderproverna.

Provtagningsförhållandena var besvärliga vid provuttagningen på den mycket styva lerjorden, vilket gav en relativt stor variation i skrymdensiteten för denna jord. Det är inte uteslutet, att detta faktum kan ha haft inverkan på vattenkonduktivitetssmätningarna.

Ytterligare undersökningar för att studera medlets effekter på andra jordtyper, samt studier för att fastställa eventuella långtidseffekter, rekommenderas.

SUMMARY

An investigation including analysis of both density, particle density and saturated hydraulic conductivity was carried out on treated and non-treated undisturbed soil cores. The soils investigated were of two types, one loam and one clay soil. The soils were treated with a soil conditioner, ammonium-lauret-sulphate, which was diluted with water.

Porosity and bulk density was on the whole very little effected by the soil conditioner. The saturated hydraulic conductivity for water was, however, slightly increased on both soils after application of the treatment. In one case the increase in conductivity on the treated cores proved to be significantly separable from the untreated cores.

The conditions at sampling of the clay soil were difficult, and therefore a relatively great variation in bulk density was noted on these cores. There is a risk that the high variability could have influenced the analysis of saturated hydraulic conductivity.

The author recommend further investigations on other soil types and studies on the long term effects of the soil conditioner.

LITTERATUR

- Andersson, S. 1953a. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. II. Om markens permeabilitet. Grundförbättring 6:1, s. 28-45.
- Andersson, S. 1953b. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. III. Om markens permeabilitet. Grundförbättring 6:2, s. 74-89.
- Andersson, S. 1953c. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. IV. Om markens permeabilitet. Grundförbättring 6:3, s. 160-176.
- Andersson, S. 1953d. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. V. Om markens permeabilitet. Grundförbättring 6:4, s. 217-234.
- Bailey, N.T.J. 1981. Statistical methods in biology. 2:a uppl. London: Hodder and Stoughton.
- Nielsen, D.R., Biggar, J.W. & Erh, K.T. 1973. Spatial variability of field-measured soilwater properties. Hilgardia 42, s. 215-259.
- Sklash, M.G. Odaterad. An evaluation of the effect of AGRI-SC soil conditioner on the hydraulic properties of a clay soil.
- Thomasson, A.J. (ed.) 1975. Soils and Field Drainage. Technical Monograph No 7, Rothamsted Exp. Sta.

APPENDIX 1. Analysvärden

1. Säby

Tabell 1. Markfysikaliska data för nivån 25-35 cm vid Säby.

Prov nr	Porositet(vol%)		Skrymdensitet(g/cm ³)	
	obehandl.	behandl.	obehandl.	behandl.
1	44,8	45,3	1,45	1,43
2	45,4	47,5	1,43	1,38
3	45,7	45,7	1,42	1,42
4	45,3	43,7	1,43	1,47
5	44,0	*	1,47	*
6	44,5	44,6	1,45	1,45
7	45,7	46,4	1,42	1,40
8	44,8	46,0	1,45	1,42
9	45,2	45,6	1,44	1,42
10	46,4	44,1	1,40	1,46
Medeltal	45,2	45,4	1,44	1,423
s	0,686	1,179	0,020	0,029

*Provet kasserat p g a provtagningsfel

För kompaktdensitet (korndensitet) togs 4 jordprov (2 per behandling), varvid ett medelvärde på 2,62 g/cm³ erhöles.

Tabell 2. Mätning av vattnets konduktivitet vid vattenmättnad. Obehandlat led, Säby.

Prov nr	k ₁ (efter 1 tim) cm/tim	k ₂ (efter 24 tim) cm/tim
1	0,095	0,070
2	0,165	1,512
3	0,024	0,023
4	0,095	0,070
5	0,024	0,023
6	0,047	0,047
7	0,095	0,070
8	0,000	0,000
9	0,915	2,858
10	0,389	0,947
Medeltal	0,185	0,562
Median	0,161	0,382
s(log-transf.)	0,199	0,482

Tabell 3. Mätning av vattnets konduktivitet vid vattenmättnad. Behandlat led, Säby.

Prov nr	k ₁ (efter 1 tim) cm/tim	k ₂ (efter 24 tim) cm/tim
1	0,118	0,047
2	0,118	0,768
3	0,827	0,907
4	0,024	0,023
5	* -	* -
6	0,378	1,070
7	0,142	0,093
8	6,942	4,395
9	0,046	0,023
10	0,046	0,069
Medeltal	0,960	0,822
Median	0,470	0,538
s(log-transf.)	0,659	0,554

*Kasserat p g a provtagningsfel

2. Limsta

Tabell 4. Markfysikaliska data för nivån 25-35 cm vid Limsta.

Prov nr	Porositet(vol%)		Skrymdensitet(g/cm ³)	
	obehandl.	behandl.	obehandl.	behandl.
1	45,3	48,7	1,49	1,40
2	47,7	46,9	1,43	1,45
3	49,4	48,6	1,38	1,40
4	47,7	48,9	1,43	1,39
5	49,1	48,8	1,39	1,40
6	48,3	46,4	1,41	1,46
7	46,4	48,4	1,46	1,41
8	48,6	46,2	1,40	1,47
9	50,0	46,7	1,37	1,45
10	47,2	47,4	1,44	1,44
11	45,4	48,3	1,49	1,41
12	46,0	44,8	1,47	1,51
13	44,2	44,8	1,52	1,51
14	43,7	45,2	1,54	1,50
15	44,5	45,3	1,52	1,50
16	42,3	43,8	1,57	1,54
17	43,8	42,8	1,54	1,56
18	46,0	44,9	1,48	1,50
19	47,6	45,1	1,43	1,50
20	45,8	45,8	1,48	1,48
Medeltal	46,4	46,4	1,46	1,46
s	2,12	1,82	0,058	0,051

För kompaktdensitet (korndensitet) togs 10 jordprover (5 per behandling, varvid ett värde på 2,73 g/cm³ erhöles.

Tabell 5. Mätning av jordens krympning (vol%)

Prov nr	obehandlat	behandlat
1	-	16,35
2	17,08	16,62
3	17,71	18,42
4	13,89	18,18
5	15,38	19,22
6	13,50	17,46
7	13,18	18,43
8	-	13,68
9	17,14	17,66
10	13,70	16,21
11	12,26	19,78
12	11,96	11,82
13	12,82	13,57
14	-	14,07
15	12,97	14,45
16	14,09	11,68
17	12,45	12,40
18	14,34	13,34
19	15,29	12,06
20	-	12,06
Medeltal	14,24	15,37
s	1,81	2,75

Tabell 6. Mätning av vattnets konduktivitet vid vattenmättnad. Obehandlat led, Limsta.

Prov nr	k ₁ (efter 1 tim) cm/tim	k ₂ (efter 24 tim) cm/tim
1-20	0,000	0,000
Medeltal	0,000	0,000
Median	0,000	0,000
s(log-transf.)	0,000	0,000

Tabell 7. Mätning av vattnets konduktivitet vid vattenmättnad. Behandlat led, Limsta.

Prov nr	k ₁ (efter 1 tim) cm/tim	k ₂ (efter 24 tim) cm/tim
1	0,023	0,021
2	0,047	0,043
3	0,023	0,000
4	0,023	0,021
5	0,000	0,000
6	0,023	0,000
7	0,000	0,000
8	0,047	0,021
9	0,023	0,000
10	0,070	0,000
11	0,000	0,000
12	0,023	0,000
13	0,023	0,000
14	1,236	1,535
15	0,023	0,023
16	0,047	0,047
17	0,047	0,023
18	0,047	0,023
19	0,047	0,023
20	0,047	0,023
Medeltal	0,091	0,090
Median	0,071	0,062
s(log-transf.)	0,174	0,205

Förteckning över utgivna häften i publikationsserien

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. AVDELNINGSMEDDELANDE.

- 81:1 Berglund, G., Eriksson, J., Berglund, K., Ingvarsson, A., Karlsson, I., Karlsson, S.-E.: Resultat av 1980 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 13 + 47 + 38 s.
- 82:1 Berglund, G., Eriksson, J., Berglund, K. & Karlsson, S.-E.: Resultat av 1981 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 80 s.
- 83:1 Berglund, G., Eriksson, J. & Karlsson, S.-E.: Resultat av 1982 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 82 s.
- 83:2 Bjerketorp, A.: Höjning av nivåerna vid lågvattenföringar i Forsmarksåns vattensystem uppströms Lövestabruk. 4: Vattenståndet i den centrala sjökedjan. 41 s.
- 84:1 Berglund, G., Eriksson, J., Berglund, K., Karlsson, S.-E. & Gustafsson, E.-L.: Resultat av 1983 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 103 s.
- 84:2 McAfee, M.: Assessing the effects of mole drainage on physical properties of a peat soil. Results from an experiment in mole drainage laid down in 1983. 23 s.
- 85:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K., Karlsson, S.-E. & Gustafsson, E.-L.: Resultat av 1984 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 89 s.
- 85:2 Jernlås, R.: Transport av bekämpningsmedel efter markapPLICERING. Litteraturstudie och experiment. 33 s.
- 85:3 McAfee, M.: Ytsänkning på torvjord. Bältinge Mossar 1904-1984. 31 s.
- 85:4 Heimer, A.: Värmlands Säby: Bestånds- och rotutveckling efter yt-täckning och strukturstyrning på en slammingsbenägen, torkkänslig mellanlera. 55 s.
- 85:5 Aronsson, Y.: Markförsämring genom saltanrikning. 87 s.
- 85:6 Bjerketorp, A. & Josefsson, L.: Vattenföring genom cirkulära bro-trummor. Beräkningssätt under olika hydrauliska betingelser. 16 s.
- 85:7 Armstrong, B.: Bevattning - en global översikt. 55 s.
- 86:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K., Svensson, M., Karlsson, S.-E. & Gustafsson, E.-L.: Resultat av 1985 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 85 s.
- 86:2 Bjerketorp, A. & Johnson, L.: Kalhuggningens och skogsdikningens inflytande på vattendragens flöden. En kortfattad kunskapsöversikt. 15 s.

- 86:3 Johansson, W.: Rapport över nordisk forskarkurs om markluft. 30 s.
- 87:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K., Karlsson, S.-E. & Gustafsson, E.-L.: Resultat av 1986 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 100 s.
- 87:2 Ljung, G.: Mekanisk analys. Beskrivning av en rationell metod för jordartsbestämning. 13 s.
- 87:3 Benz, J.: Underbevattning. Studier av grödans tillväxt och vattenförbrukning vid olika djup till grundvattenytan på en lerig grovmo. S. 1-15.
Alinder, S.: Avloppsvatten för underbevattning. Försök med biologiskt renat avloppsvatten till underbevattning. S. 16-24.
- 87:4 Olovsson, I.: Tubulering - En metod att förbättra dräneringen på jordar med låg genomsläpplighet. 35 s.
- 87:5 Segerros, M.: Inverkan av uppdämning på grundvattenstånd. En studie på Mästermyr. 67 s.
- 88:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K., Karlsson, S.-E. & Gustafsson, E.-L.: Resultat av 1987 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 80 s.
- 88:2 Nilsson, Å.: Syrediffusion och redoxpotential vid olika markvattenhalter i styv lera. 54 s.
- 88:3 Rehn, J.-E.: Slitsdränering. Teknisk-hydrologisk utvärdering av en ny dräneringsteknik. 37 s.
- 88:4 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A.: Kompendium i elementär hydromekanik. 1: Grundläggande begrepp. 35 s.
- 88:5 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A.: Kompendium i elementär hydromekanik. 2: Hydrostatik. 76 s.
- 88:6 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A.: Kompendium i elementär hydromekanik. 3: Grunddragen av vätske- och gasrörelsens kinematik. 39 s.
- 88:7 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A.: Kompendium i elementär hydromekanik. 5: Ideala, inkompressibla fluiders rörelse. 47 s.
- 88:8 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A.: Kompendium i elementär hydromekanik. 6: Impuls-rörelsemängdsprincipen. 23 s.
- 88:9 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A.: Kompendium i elementär hydromekanik. 7: Reella fluiders rörelse. 28 s.
- 88:10 Bjerketorp, A. (Red.): Jord och vatten hemma och borta. V. Seminarieuppsatser HT-88 i huvudavvattning, översedda och utgivna... Under arbete.
- 89:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E.: Resultat av 1988 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning.
- 89:2 Persson, L. & Jernlås, R.: Apparat för kolonnexperiment under omättade förhållanden. Manuskript.

- 89:3 Berglund, K.: Ytsänkning på mosstorvjord. Sammanställning av material från Lidhult, Jönköpings län. 18 s.
- 89:4 Messing, I.: Saturated hydraulic conductivity as related to macroporosity in clay soils. 21 s.
- 89:5 Karlsson, I. M.: Markbyggnad för bostads- och rekreationsområden. Prioritering av forskningsinsatser. 17s.
- 89:6 Håkansson, A.: Filtermaterial för dränering. Kommentarer till en serie demonstrationsprover av grus- och sågspånsmaterial. 11 s.
- 89:7 Persson, R. & Wredin, A. (red.): Vattningsbehov och näringstillförsel. Föredrag presenterade vid NJF-seminarium nr 151, Landskrona 1-3 aug. 1989. 275 s.
- 89:8 Nitare, M.: Rotutveckling i majs. Examensarbete i hydroteknik. 39 s.
- 89:9 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A.: Kompendium i elementär hydromekanik. 8: Hydraulisk likformighet samt dimensionsanalys. 30 s.
- 89:10 Karlsson, I.: Effekten av jordkonditioneringsmedlet ammonium-lauretsulfat på den hydrauliska konduktiviteten i vattenmättat tillstånd i två svenska lerjordar. 16 s.

Denna serie meddelanden utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Serien innehåller sådana forsknings- och försöksredogörelser samt andra uppsatser som bedöms vara i första hand internt intresse. Uppsatser lämpade för en mer allmänspridning publiceras bl a i avdelningens rapportserie. Tidigare nummer i meddelandeserien kan i mån av tillgång levereras från avdelningen.

This series of Communications is produced by the Division of Agricultural Hydrotechnics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. The series consists of reports on research and field trials and of other articles considered to be of interest mainly within the department. Articles of more general interest are published in, for example, the department's Report series. Earlier issues in the Communications series can be obtained from the Division of Agricultural Hydrotechnics (subject to availability).

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet

ISSN 0282-6569

Avdelningen för lantbrukets hydroteknik

750 07 UPPSALA, Sverige

Tel. 018-67 11 65, 67 11 81
